高社交焦虑者识别动态情绪面孔的神经机制*

冉光明[1] 李 睿[1] 张 琪[2]

(1.西华师范大学教育学院心理系，南充 637002; 2. 西华师范大学学前与初等教育学院，南充 637002)

摘 要 近年来，大量的研究对高社交焦虑者的情绪面孔加工和社交焦虑的干预进行了考察，取得了丰富成果，但仍存在以下不足: (1) 在以往的中国动态情绪面孔库存中，刺激材料的情绪类别、视频维度以及视频持续时间的种类偏少; (2) 高社交焦虑者识别动态情绪面孔的神经机制未被系统探讨; (3) 注意偏向训练的效果存在争议，即一些研究者发现注意偏向训练对社交焦虑有明显的缓解作用，而其他研究者却未发现注意偏向训练的效果。针对这些不足，当前项目建设的中国人动态情绪面孔库拟增加刺激材料的情绪类别、视频维度以及视频持续时间的类型，此外运用神经科学的技术系统探究高社交焦虑者对动态情绪面孔的识别机制，最后采用工作记忆训练改善高社交焦虑者对动态生气面孔识别的注意偏向。本研究团队提出了高社交焦虑个体识别动态情绪面孔的神经机制模型，该模型主要包括机制和干预两个部分。本项目的开展不仅为动态情绪面孔加工和社交焦虑研究提供了新视角，还突破原有单一的研究方法，拟从行为、电生理和脑成像三个层次进行研究。研究成果将促进社交焦虑干预工作的开展，从而缓解社交焦虑个体的心理健康问题，对于提高他们的幸福感和生命质量有重要价值。

关键词 社交焦虑；动态面孔；情绪；注意偏向；工作记忆训练； ERP 和 fMRI

1 问题提出

社交焦虑(Social anxiety)是指个体在与他人的日常交往过程中表现出来的一种焦虑状态(Pierce, 2009; Ran et al., 2018)。社交焦虑问题(Social anxiety problem)开始于儿童期或青春期，随着社交焦虑程度的加剧，它可演变成社交焦虑障碍(Social anxiety disorder) (Iverach & Rapee, 2014)。尽管社交焦虑是社交焦虑障碍的初级形式，但它常常干扰个体的人际交往，使人们在与他人的交往过程中产生大量的负性体验(Mathew et al., 2011)。高社交焦虑者(Participants with high social anxiety) (非临床或亚临床社交焦虑个体)通常对威胁刺激(比如，生气面孔)表现出过度警觉(Kirsch, 2015; Zhang et al., 2018)。近年来学者们对高社交焦虑者情

收稿日期：2020-04-13
* 国家自然科学基金青年项目（31900760）资助。
通讯作者：冉光明, E-mail: haiqi198649@163.com

绪面孔加工的神经机制进行了密集探讨，但在日常生活中人们知觉到的面孔是动态变化的。因此，当前项目拟采用事件相关电位(Event related potentials, ERPs)和功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)技术系统探讨高社交焦虑者识别动态情绪面孔的神经机制。

开展当前项目主要有以下三方面的研究意义。首先，有助于建设较为完善的中国人动态情绪面孔库，此库中的面孔材料将免费提供给科研工作者从事科学研究，这将提高中国情绪面孔研究的生态效度以及推进动态情绪面孔的跨文化研究。其次，不仅可以提供高社交焦虑者大脑在动态情绪面孔加工时的时间和空间信息，还有助于明晰高社交焦虑者的动态情绪面孔识别优势效应和面孔构型加工，以及澄清高社交焦虑个体对威胁面孔注意偏向的冲突实验结果的原因，最终丰富动态情绪面孔加工和社交焦虑的相关理论和实证研究成果。最后，将促进社交焦虑干预工作的开展，这有助于从根本上缓解社交焦虑个体的心理健康问题，对于提高他们的幸福感和生命质量，具有现实意义。

2 国内外研究现状

面孔是人们社会交往中最常见的视觉刺激，其包含着大量而丰富的社会信息，比如他人的情绪、种族、吸引力、可信度、性别和年龄等(Ran, Chen, Pan, Hu, et al., 2014; 张琪 等, 2015)。鉴于当前项目关注的重点是动态情绪面孔的加工，因此下文将首先回顾动态情绪面孔库的建设现状。之后对高社交焦虑者的情绪面孔加工进行概述。最后对社交焦虑的干预研究(注意偏向训练)进行梳理。

2.1 动态情绪面孔库的建设现状

国外研究者已经备制了一些动态情绪面孔系统。Kanade 等人(2000)建立了 CK 动态情绪面孔库(CK dynamic facial expression database)，该数据库是国外使用频率最高的动态情绪面孔库。CK 动态情绪面孔库中的表演者主要为美国人，其年龄为 18~50 岁。与 CK 动态情绪面孔库不同，Van der Schalk 等人(2011)备制的阿姆斯特丹动态情绪面孔库(Amsterdam dynamic facial expression set)中的表演者为欧洲人，这些个体的年龄为 18~25 岁。有趣的是，一些动态情绪面孔库收纳了听觉材料，比如意大利视听情绪库(Italian audiovisual emotion database)和 Humaine 数据库(Humaine database) (Douglas-Cowie et al., 2007)。除建设 2D 动态情绪面孔库外，Yin 等人 (2008) 备制了伯明翰大学 3D 动态面孔表情库(Birmingham University 3D dynamic facial expression database)。

值得注意的是，情绪的刺激材料存在显著的文化差异。以往研究发现人类在识别情绪面

孔时会表现出面孔的异族效应(Other-race effects)，即识别异族面孔比识别本族面孔更困难(Malpass & Kravitz, 1969)。中国文化与西方文化存在明显的差异，国外刺激材料不能直接应用于国内研究，有必要备制适用于本土研究的情绪刺激材料(黄宇霞, 罗跃嘉, 2004)。因此，中国研究者建立了一些标准化的中国静态情绪图片刺激系统，比如中国面孔表情图片系统(Chinese facial affective picture system，CFAPS)(王妍, 罗跃嘉, 2005; 龚栩 等, 2011)和中国情绪图片系统(Chinese affective picture system, CAPS) (白露 等, 2005)。此外，有国内研究者初步建立了中国面部表情视频系统(Chinese facial expression video system, CFEVS)(杜经纶 等, 2007)。CFEVS 共纳入高兴、悲伤和中性三种动态情绪面孔(高兴: 61 段；悲伤: 51 段；中性: 31 段)，每段情绪面孔视频持续的时间为 3 秒。杜经纶等人(2007)评定了这些面孔刺激的愉悦度和唤醒度，结果发现三种类型动态情绪面孔的愉悦度、唤醒度评分与表情自身特点一致。

2.2 高社交焦虑者的情绪面孔加工

近些年，高社交焦虑者情绪面孔加工的研究不断涌现并取得了大量成果。因此，以下首先综述高社交焦虑者动态情绪面孔加工的相关研究，然后回顾静态情绪面孔加工的神经机制。

2.2.1 高社交焦虑者的动态情绪面孔加工

有研究者指出，使用静态情绪面孔的研究并未发现一致的社交焦虑解释偏差(社交焦虑的解释偏差是社交焦虑者认知偏差的重要表现，是个体以更消极或更具威胁性的方式对社交刺激进行错误解释的倾向) (Heuer et al., 2010; 李涛, 冯菲, 2013)。Heuer 等人(2010)认为出现这种不一致结果的原因是选用静态情绪面孔材料用于考察人们日常生活中的心理加工不是最佳的选择。具体而言，人们生活的社会环境是复杂的、信息丰富的以及不确定性的，而静态情绪面孔所传达的情绪信息是确定的。Alves (2013)的元分析发现个体在识别动态和静态情绪面孔刺激时激活了不同的脑区，这表明人们对动态和静态情绪面孔的知觉是两种不同的心理加工。此外，Ruffman 等人(2008)的一项元分析研究发现老年人的情绪识别受到情绪刺激类型的影响。类似地，最近的一项元分析显示任务类型(图片/视频任务)影响了老年人的情绪面孔识别 (Hayes et al., 2020)。这些关于老年人的元分析结果表明，动态和静态情绪面孔刺激对个体的情绪加工具有不同的影响。因此，有必要探究高社交焦虑者的动态情绪面孔加工。

目前，对于高社交焦虑者动态情绪面孔的研究主要集中在行为实验方面。早期的行为研究通常采用变形面孔任务(Morphed faces task)来考察被试的动态面孔识别能力(Joormann &

Gotlib, 2006)。之后的研究采用该任务的变式考察了高社交焦虑者的动态情绪面孔加工，结果发现高社交焦虑者在时间限制条件下会把动态厌恶面孔视为更具有威胁的刺激，但这一现象在不限时条件下却未被观察到(Heuer et al., 2010)。Gutiérrez-García 和 Calvo (2017)进一步考察了高社交焦虑者对动态情绪面孔的加工，结果发现社交焦虑者的解释偏差是一种表情编码偏差(Expression encoding bias)，而不是反应偏差(Response bias)。

2.2.2 高社交焦虑者静态情绪面孔加工的神经机制

大量 ERP 研究考察了高社交焦虑者对静态情绪面孔的加工。与高社交焦虑者静态情绪面孔加工有关的第一个 ERP 成分是 P100，该成分是人类早期视觉加工的关键电生理指标(Taylor & Khan, 2000)。研究发现高社交焦虑者在加工威胁静态面孔(比如生气面孔)时其大脑诱发的 P100 脑电波幅显著大于低社交焦虑者(Mühlberger et al., 2009; Peschard et al., 2013)。有趣的是，Rossignol 等人(2012)的研究发现，高社交焦虑者在加工非威胁静态面孔(比如高兴面孔)时其 P100 波幅也更大。出现在 P100 之后的 ERP 负波是 N170 脑电成分，它主要与面孔的特征加工有关(Ran & Chen, 2017)。有研究者发现高社交焦虑者在识别威胁静态面孔时表现出较大的 N170 波幅(Wieser et al., 2010; Ran & Chen, 2017)，但其他研究者却未观察到这种威胁知觉偏向(Mühlberger et al., 2009; Lin et al., 2017)。出现这种不一致结果的原因可能是实验者采用了不同的实验任务(Zhang et al., 2018)。比如，在 Mühlberger 等人(2009)的研究中，被试需要完成内隐情绪任务，而在 Ran 和 Chen(2017)的研究中被试执行的是外显情绪任务。P300 是出现在认知加工后期阶段的一个重要正性脑电成分。研究发现高社交焦虑者在负性自我相关情景(Negative self-relevant context)中知觉中性图片时表现出了较大的 P300 波幅(Wieser & Moscovitch, 2015)。学者们除对 ERP 数据进行传统的分析外，还采用了一些新的分析技术。Jin 等人(2019) 的研究采用了时频分析(Time-frequency analysis)，结果发现高社交焦虑者在社会反馈条件下(社会反馈由静态情绪面孔诱发)的 delta 频段能量较高，这表明他们在在该实验条件下具有较高的敏感性。 此外，Xing 等人(2017)运用了 EEG 功能连接(functional connectivity)的分析方法，结果发现与控制组比，高社交焦虑者在 theta 频段表现出较强的振荡中线一致性(Oscillatory midline coherence)，这说明高社交焦虑者脑电所构建的功能连接网络具有较高的连通性。

除时间分辨率较高的 ERP 技术外，空间分辨率较高的 fMRI 技术也被广泛用于考察人类情绪面孔加工的神经基础。早期的研究发现，被试的社交焦虑分数与杏仁核脑区的激活水平呈正相关(Pujol et al., 2009)。之后的研究者观察到高社交焦虑者与社交焦虑障碍个体在知

觉静态情绪面孔时大脑激活存在显著差异(Abraham et al., 2013)。最近的一项 fMRI 研究在考察社交焦虑时运用了功能连接分析方法，结果发现高社交焦虑者在进行情绪调节时，其大脑的前额叶皮层与威胁加工感觉皮层区之间的连接性减弱(Kreifelts et al., 2017)。

综上所述，与高社交焦虑者静态情绪面孔加工有关的脑电成分包括 P100、N170 和 P300 等，而与其相关的脑区则涉及皮层脑区(比如，前额叶皮层)和皮层下脑区(比如，杏仁核)。值得注意的是，高社交焦虑者情绪面孔加工神经机制的相关成果未涉及动态情绪面孔。今后的脑神经研究有必要考察更具生态性的动态刺激，以期更全面地考察高社交焦虑者的情绪面孔加工机制。

2.3 社交焦虑的注意偏向训练

注意偏向是指相对于中性刺激，个体对相应威胁或相关刺激表现出不同的注意分配(王曼 等, 2011)。注意偏向训练(Attentional bias training, ABT)，也称注意偏向矫正(Attentional bias modification, ABM)，是运用一定的任务对个体的注意偏向加以改变或矫正的训练方法(Amir et al., 2009; Beard et al., 2012; 王曼 等, 2011; 赵鑫 等, 2014)。注意偏向训练的范式主要涉及点探测任务(Dot probe task, DPT)和视觉搜索任务(Visual search task, VST)。注意偏向训练点探测任务与标准点探测任务的区别在于探测点出现在目标和中性刺激后的概率不同(邝立平, 2018; 蒋婧琪 等, 2019)。具体而言，在注意偏向训练点探测任务中，当实验目的是增加被试对目标刺激的注意偏向时，那么在该点探测程序中，探测点会大部分时间甚至每次均出现在目标图片消失后的位置，若实验目的在于训练被试减少对某类刺激的注意偏向，则探测点会出现在无关图片后。注意偏向训练研究中视觉搜索任务的目的是训练被试的视觉注意模式。比如，在 Kruijt 等人(2013)的研究中，训练组被试执行的是“找高兴面孔”任务(被试在 15 张厌恶面孔和 1 张高兴面孔中迅速找出高兴面孔)，而控制组被试执行的是“找花”任务(被试在 15 个七瓣花朵和 1 个五瓣花朵中迅速找出五瓣花朵)。

有研究表明，相对于中性刺激，高社交焦虑者会将注意资源更多地分配到环境中的威胁刺激(甘淑珍, 李国瑞, 2010)。黄思媛等人(2017)指出对威胁刺激的选择性注意会增强高社交焦虑个体对负性社交信息的加工，进而引发、维持，甚至提高其在社交情境中的焦虑感。因此，及时矫正高社交焦虑者的威胁刺激注意偏向显得尤为必要。有趣的是，注意偏向训练技术使得研究者可以操纵个体对威胁信息的注意偏向，从而起到降低焦虑症状的作用(Bar-Haim et al., 2007)。有研究表明，注意偏向训练对社交焦虑有明显的缓解作用(Amir et al., 2008; Eldar et al., 2012; Heeren et al., 2012; De Voogd et al., 2014)。但其他研究者未能发现注意

偏向训练对被试的社交焦虑症状有显著影响(Boettcher & Renneberg, 2012; Heeren et al., 2015)。这些冲突的研究结果表明，高社交焦虑者的注意偏向训练效果还需要被进一步的探讨。

2.4 现有研究的不足

以往的学者在社交焦虑和动态情绪面孔研究方面做了大量令人佩服的工作，比如动态情绪面孔库的建设，对高社交焦虑者情绪面孔加工的探讨，以及社交焦虑的注意偏向训练等。尽管有研究者开始尝试探究社交焦虑和动态情绪面孔之间的关系，但仍存在一些亟待解决的问题。

首先，现有的中国动态情绪面孔库不够完善。尽管 CFEVS 的相关研究取得了令人钦佩的成果，但仍有以下三方面值得研究者进一步探讨。(1) CFEVS 仅仅纳入了一种负性(悲伤)动态情绪面孔，这制约了相关研究工作的开展。通过对文献的梳理发现，在情绪面孔研究中除采用悲伤面孔外，还会使用愤怒、恐惧和厌恶等面孔(Peschard et al., 2013; Ran & Chen, 2017)。有研究者发现，高特质焦虑个体对悲伤和愤怒面孔的知觉存在显著差异，即这些被试对含有愤怒面孔组图的反应时显著短于含有悲伤面孔的组图(何卓, 2010)。(2) 在视频维度方面，CFEVS 只考察了视频的愉悦度和唤醒度，而未评定视频的优势度、吸引力和可信度。研究者发现，面孔材料的优势度、吸引力和可信度均会影响个体对他人面孔的加工(李文轩等, 2018; Zhang et al., 2016)。视频维度的不完善限制了 CFEVS 中动态情绪面孔在研究中运用。(3) CFEVS 中的视频持续时间为 3 秒，这种持续时间较长的视频材料虽然可以在 fMRI 研究中使用，但不适合时间分辨率较高的 ERP 研究。在 ERP 实验中，目标刺激持续的时间不宜超过 1 秒。

其次，高社交焦虑者识别动态情绪面孔的神经机制未被系统探讨。正如前文所述，高社交焦虑者动态情绪面孔加工的研究主要集中在行为实验方面。尽管 Zhang 等人(2018)的一项 ERP 研究初步考察了高社交焦虑者对他人情绪变化的知觉，但该研究中采用的面孔刺激材料是运用变形软件模拟出来的情绪面孔刺激，这些面孔刺激的生态效度不高，即与现实生活中人们知觉到的情绪面孔存在显著差异。大量的元分析和实证研究表明，动态情绪面孔具有较高的生态效度，更适合用于情绪研究(Alves, 2013; Arsalidou et al., 2011; Forni-Santos & Osório, 2015; Pelphrey et al., 2007; Trautmann et al., 2009)。首先，动态情绪面孔呈现出一种更真实的情绪变化(Arsalidou et al., 2011)。其次，动态情绪面孔诱发个体较高水平的心理激活(Alves, 2013)。最后，动态的信息加工在人们的社会交往过程中至关重要(Pelphrey et al., 2007)。因

此，有必要运用 ERP 技术探究高社交焦虑者对生态效度较高的动态情绪面孔(拍摄的情绪面孔)的加工，这有助于揭示高社交焦虑者情绪加工的本质。对于高社交焦虑者识别动态情绪面孔神经机制的考察并不局限于探明其电生理机制，还需要运用 fMRI 技术探明其大脑的激活模式，但以往的研究却忽视了对这一问题的考察。这种电生理-脑成像的研究设计思路具有较好的连续性和完整性，有助于更深入和全面地探讨高社交焦虑者识别动态情绪面孔的神经机制。需要注意的是，研究者在考察高社交焦虑者识别动态情绪面孔的神经机制时，应重点关注以下三方面。第一，进一步明晰高社交焦虑个体对威胁面孔的注意偏向。社交焦虑的认知模型表明，高社交焦虑者对威胁刺激的注意偏向是导致这些个体社交焦虑水平持续和发展的因素(刘静怡 等, 2013)。大量认知神经科学实验探究了高社交焦虑个体对威胁面孔的注意偏向，但实验结果并不一致。刘宏艳和胡治国(2013)的研究述评较为全面地回顾了支持和不支持高社交焦虑者对静态威胁情绪面孔注意偏向的神经层面研究，并指出产生这种分歧的原因是多方面的, 这涉及到实验材料、实验任务和被试等。第二，探明高社交焦虑者是否会表现出动态情绪面孔识别的优势效应。张琪等人(2015)指出，动态情绪面孔识别优势效应的神经网络涉及颞-枕核心脑区和延伸脑区(比如杏仁核、前扣带回、额下回和顶下小叶等)。有研究证据表明，与控制组被试相比，高社交焦虑者的上述脑区存在异常激活(比如 Amir et al., 2005; Freitas-Ferrari et al., 2010)，这说明他们有可能不会表现出动态情绪面孔识别的优势效应。第三，深入考察高社交焦虑者的面孔构型加工。最近的 ERP 研究表明，高社交焦虑者在识别静态情绪面孔时表现出损伤的面孔构型加工(Ran & Chen, 2017)。张琪等人(2015)指出面孔运动可以增强面孔的构形加工水平，这表明高社交焦虑者在知觉动态情绪面孔时其受损的面孔构型加工可能会有所改善。对于这些内容的考察不仅可以深入探究高社交焦虑者的动态情绪面孔识别优势效应和面孔构型加工，还有助于明晰高社交焦虑个体对威胁面孔注意偏向的不一致结果的原因。

最后，注意偏向训练的效果存在争议。正如我们在上文中所描述，一些研究者发现注意偏向训练对社交焦虑有明显的缓解作用(Amir et al., 2008; Eldar et al., 2012; Heeren et al., 2012; De Voogd et al., 2014)，而其他研究者却未发现注意偏向训练的效果(Boettcher & Renneberg, 2012; Heeren et al., 2015)。出现这一冲突结果的原因主要有两方面。首先，以往选择的注意偏向训练范式的可信度值得思考。最近，Zhao 等人(2020)指出运用注意偏向训练的点探测任务来矫正高社交焦虑者的注意偏向并非最佳的选择。注意控制理论(Attention control theory)指出，高社交焦虑者的消极认知会减少其对当前任务的注意资源，进而损害其中央执行系统的注意执行控制功能，最终增加对威胁性刺激的注意偏向(Eysenck &

Derakshan, 2011; Zhao et al., 2020)。值得注意的是，注意偏向训练的点探测任务无法有效改善高社交焦虑者中央执行系统的注意执行控制功能缺陷(Zhao et al., 2020)。中央执行系统被认为是工作记忆核心成分，主要负责工作记忆中的控制性加工(赵鑫, 周仁来, 2011)。工作记忆训练成为近年来提升个体认知绩效的一种有效方式(刘春雷, 周仁来, 2011)。最近的研究发现，工作记忆训练可以有效地改善高社交焦虑者的注意执行控制功能缺陷，从而降低其焦虑水平(Du Toit et al., 2020; Sari et al., 2016; Zhao et al., 2020; 赵鑫, 党宸, 2019)。因此，在对高社交焦虑者动态生气面孔识别的注意偏向进行矫正时有必要采用工作记忆训练法。其次，注意偏向训练效果存在争议的另一原因是以往多数研究中对注意偏向训练效果的评估指标过度单一(赵鑫 等, 2014)。这表明今后的研究有必要综合采用行为、电生理以及脑成像等多种训练效果评估指标。

3 研究构想

基于上述内容，本研究拟综合运用行为、ERP 和 fMRI 研究方法，从以下三方面系统探究高社交焦虑者识别动态情绪面孔的神经机制。首先，拟建设较完善的中国人动态情绪面孔库。其次，将考察高社交焦虑者识别动态情绪面孔的神经机制。最后，本项目拟探明高社交焦虑者对动态生气面孔注意偏向的工作记忆训练。

3.1 研究一 中国人动态情绪面孔库的建设

鉴于建立较完善的中国人动态情绪面孔库的紧迫性，当前项目的研究一拟通过 3 个实验开展工作。实验 1 主要对中国人动态情绪面孔进行拍摄。拟拍摄的动态情绪面孔包括六种基本情绪面孔(愤怒、厌恶、恐惧、高兴、伤心、惊讶)和一种中性表情(Ekman et al., 1972; Ekman & Friesen, 1978)。当前实验拟分两种方式处理原始视频材料。第一种方式: 去掉耳朵、头发和脖子等外部特征，只保留眼、鼻、口和面颊等内部特征(彭小虎 等, 2003; 王妍, 罗跃嘉, 2005)。第二种方式: 将原始视频进行等比例缩放，保留所有特征，在统一大小的蓝色背景框中进行输出。实验 2 则是对中国人动态情绪面孔材料进行评定。评价手册参考自我评价模式中的评定方法对动态情绪面孔的愉悦度、唤醒度、优势度、吸引力和可信度进行评定(Britton et al., 2006)。实验 3 重点探究被试在识别中国人和白种人动态情绪面孔时是否存在差异。该实验操纵二个变量：动态情绪面孔类型(负性面孔、正性面孔、中性面孔)和面孔种族(中国人、白种人)。实验采用经典的 S1-S2 范式(Zhang et al., 2018)。这一范式在以往的研究中被证实可以有效地考察个体对本族和异族面孔的识别(Ran, Chen, & Pan, 2014; Ye et al., 2009)。

3.2 研究二 高社交焦虑者识别动态情绪面孔的神经机制研究

以往研究者在考察高社交焦虑者的动态情绪面孔加工时，主要采用了行为研究的方法。为了探究高社交焦虑者识别动态情绪面孔的神经机制，当前项目的研究二拟采用时间分辨率较高的 ERP 技术(实验 4)和空间分辨率较高的 fMRI 技术(实验 5)。重点研究内容涉及三方面：(1) 高社交焦虑者对动态负性面孔的注意偏向; (2) 高社交焦虑者是否会表现出动态情绪面孔识别的优势效应; (3) 高社交焦虑者的面孔构型加工。实验 4 和 5 均操纵三个变量：情绪类型(负性、正性、中性)、面孔类型(动态面孔、静态面孔)和社交焦虑组(高社交焦虑、低社交焦虑)。实验拟采用 S1-S2 范式和点探测范式。实验前拟运用 Liebowitz 社交焦虑量表的中文版对被试进行施测(何燕玲, 张明园, 2004)。在以往的研究中(Ran & Chen, 2017; Zhang et al., 2018)，Liebowitz 社交焦虑量表得分高于 60 的被试为高社交焦虑者，得分低于 40 的为低社交焦虑者。依据这一标准，筛选出高低社交焦被试虑组。两组被试的社交焦虑分数差异显著，但其他额外因素(比如，特质焦虑、状态焦虑以及抑郁)的得分差异不显著。需要注意的是，ERP 方法揭示的问题是有限的，为了克服这一不足，在对 ERP 数据进行分析时，除采用平均波幅和潜伏期分析外，还将进行时频分析、功能连接以及微状态分析等非传统的分析方法。

3.3 研究三 高社交焦虑者对动态生气面孔注意偏向的工作记忆训练

对以往研究的回顾表明，注意偏向训练的效果存在争议。为了探明这一问题，当前项目拟综合运用 ERP (实验 6)和 fMRI (实验 7)技术考察高社交焦虑者对动态生气面孔注意偏向的工作记忆训练。两项实验的研究结果将分别为注意偏向的工作记忆训练效果提供电生理和大脑激活模式方面的证据，这些证据提高了社交焦虑干预训练效果评估的客观性。两个实验都拟操纵变量“时间(前测、后测)”和变量“组别(训练组、控制组)”。实验中一半的高社交焦虑被试被分配到工作记忆训练组，而另一半被分配到控制组。在工作记忆训练研究中，由于实验任务、结果测量以及被试特征等方面存在显著不同，因而获得一个期望的效应量就较为困难(Zhao et al., 2020)。为了解决这一问题，本研究拟以过去类似研究的效应量为基准，采用一个可以接受的统计效力($1-\beta > 0.80$), 通过 G*Power 计算出研究所需要的样本量(Faul et al., 2007)。由于不同的实验仪器对刺激呈现的要求不同，实验 6 和 7 拟分别采用呈现时间为 1000 ms 和 3000 ms 的动态情绪面孔。本研究的主要目标是探明高社交焦虑者注意偏向的改善是否在工作记忆训练效果和焦虑水平降低之间发挥了中介作用。具体而言，通过对高社交焦虑者进行工作记忆训练，以期改善他们的注意执行控制功能缺陷，进而减少或消除其对动态生气面孔识别的注意偏向，最终降低这些社交焦虑者的焦虑水平。

4 预期结果与理论建构

本项目突破原有单一的研究方法，拟从行为、电生理和脑成像三个层次进行研究。这将为研究结果提供多角度、多维度和多层次的研究证据。本项目预测得到以下方面的结果。其一，由于建设动态情绪面孔库的设计方案具有可行性，实验 1 和 2 的预期结果是备制较完善的中国人动态情绪面孔库。其二，依据面孔的异族效应(周国梅 等, 2009)，实验 3 的预期结果是中国人被试在识别白种人动态情绪面孔时会表现出加工劣势。其三，正如上文所述，面孔运动可以增强面孔的构形加工水平。因此，实验 4 和 5 中的认知神经结果将显示高社交焦虑者在知觉动态情绪面孔时会表现出面孔构型加工的改善。此外，依据高社交焦虑个体对威胁性刺激的过度警觉以及其异常激活的脑区(Amir et al., 2005; Bantin et al., 2016; Freitas-Ferrari et al., 2010; Lee & Telch, 2008)，我们假设高社交焦虑者对动态生气面孔将表现出注意偏向，且不会像低社交焦虑者那样表现出动态情绪面孔识别的优势效应。其四，以往研究中社交焦虑干预训练效果出现不一致的原因可能是干预训练范式的无效性以及评估指标的单一性。为了弥补这些不足，实验 6 和 7 拟采用工作记忆训练，并综合采用行为、电生理和脑成像指标。因此，可以假设工作记忆训练可以降低高社交焦虑者对动态生气面孔的注意偏向以及其在社交情境中的焦虑反应。

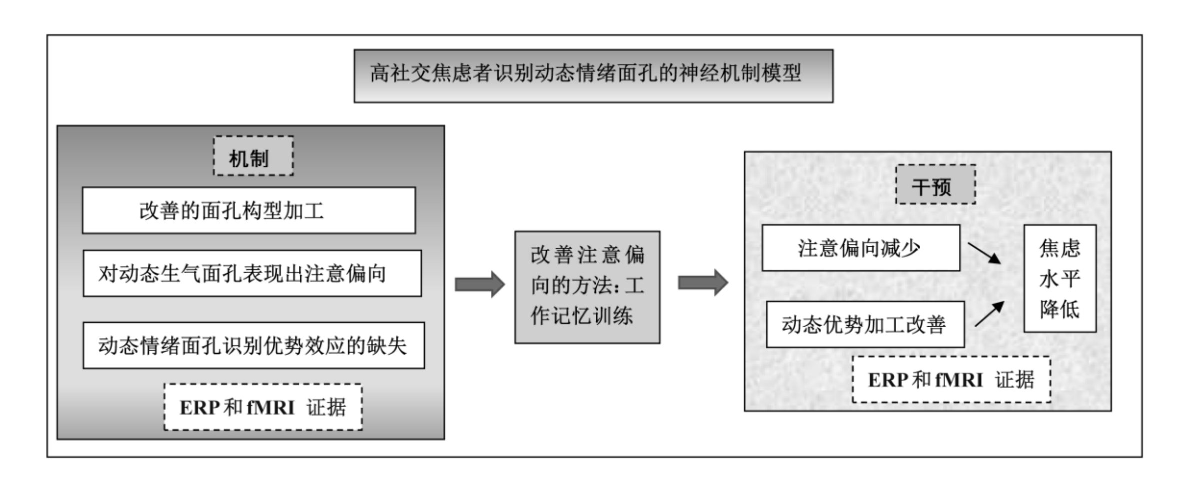


图 1 高社交焦虑者识别动态情绪面孔的神经机制模型

依据上述预期结果，我们提出了高社交焦虑个体识别动态情绪面孔的神经机制模型(如图 1)。该模型主要包括机制和干预两个部分。在机制部分，认知神经(ERP 和 fMRI)证据均表明高社交焦虑者在识别动态情绪面孔时表现出如下特征：(1) 改善的面孔构型加工; (2) 对动态生气面孔表现出注意偏向; (3) 动态情绪面孔识别的优势效应缺失。在干预部分，ERP

和 fMRI 证据显示高社交焦虑者在接受工作记忆训练后其对动态生气面孔的注意偏向减少以及动态情绪面孔识别的优势效应得到改善，这些方面的变化进而降低了高社交焦虑者的焦虑水平。

参考文献

白露，马慧，黄宇霞，罗跃嘉. (2005). 中国情绪图片系统的编制—在46名中国大学生中的试用. *中国心理卫生杂志*, *19*, 719–722.

杜经纶，姚志剑，谢世平，史家波，曹燕翔，滕皋军. (2007). 中国面部表情视频系统的初步建立. *中国心理卫生杂志*, *21*, 333–337.

甘淑珍，李国瑞. (2010). 非临床社交焦虑个体的注意偏向特征—以词语和面孔表情为刺激材料的实验研究. *心理科学*, *33*, 729–731.

龚栩，黄宇霞，王妍，罗跃嘉. (2011). 中国面孔表情图片系统的修订. *中国心理卫生杂志*, *25*, 40–46.

何燕玲，张明园. (2004). Liebowitz社交焦虑量表的信度和效度研究. *诊断学理论与实践*, *3*, 89–93.

何卓. (2010). *特质焦虑者对愤怒面孔注意偏向的实验研究*(硕士学位论文). 河北师范大学.

黄思媛，张英俊，姚泥沙, Rodriguez，樊富珉. (2017). 大学生社交焦虑的注意偏向矫正训练. *中国临床心理学杂志*, *25*, 986–990.

黄宇霞，罗跃嘉. (2004). 国际情绪图片系统在中国的试用研究. *中国心理卫生杂志*, *18*, 631–634.

蒋婧琪，王浩宇，钱铭怡. (2019). 社交焦虑注意偏向的动态变化. *心理科学进展*, *27*, 1887–1895.

邝立平. (2018). *注意偏向训练对海洛因成瘾者注意偏向及其毒品渴求水平、复吸倾向的影响研究*(硕士学位论文). 南方医科大学.

李涛，冯菲. (2013). 社交焦虑解释偏差：研究范式、特征及矫正. *心理科学进展*, *21*, 2196–2203.

李文轩，曹晓君，张莹，夏云川. (2018). 3～5 岁幼儿基于面孔的信任判断与表情识别的关系. *中国心理卫生杂志*, *32*, 580–582.

刘春雷，周仁来. (2012). 工作记忆训练对认知功能和大脑神经系统的影响. *心理科学进展*, *20*, 1003–1011.

刘宏艳，胡治国. (2013). 社交焦虑者的面部表情加工. *心理科学进展*, *21*, 1927–1938.

刘静怡，黄希庭，杨帅. (2013). 社交焦虑障碍中的注意偏差三成分研究述评. *心理科学进展*, *21*, 664–670.

彭小虎，罗跃嘉，魏景汉，王国锋. (2003). 面孔内外特征对东西方面孔识别影响的 ERP 研究. *航天医学与医学工程*, *16*, 123–127.

王曼，陶嵘，胡姝婧，朱旭. (2011). 注意偏向训练：起源、效果与机制. *心理科学进展*, *19*, 390–397.

王妍，罗跃嘉. (2005). 大学生面孔表情材料的标准化及其评定. *中国临床心理学杂志*, *13*, 396–398.

张琪，尹天子，冉光明. (2015). 动态面孔表情优势效应的心理机制及神经基础. *心理科学进展*, *23*, 1514–1522.

赵鑫，党宸. (2019). 工作记忆训练对焦虑情绪的改善: 效果及机制. *中国临床心理学杂志*, *27*, 33–37.

赵鑫，张鹏，陈玲. (2014). 注意偏向训练对社交焦虑的干预：方法、效果与机制. *心理科学进展*, *22*, 1246–1257.

赵鑫，周仁来. (2011). 工作记忆中央执行系统不同子功能评估方法. *中国临床心理学杂志*, *19*, 748–752.

周国梅，张璐然，曾伟贤. (2009). 面孔识别的本族效应理论述评. *心理科学进展*, *17*, 40–45.

Abraham, A., Kaufmann, C., Redlich, R., Hermann, A., Stark, R., Stevens, S., et al. (2013). Self-referential and anxiety-relevant information processing in subclinical social anxiety: An fMRI study. *Brain Imaging & Behavior*, *7*, 35–48.

Alves, N. T. (2013). Recognition of static and dynamic facial expressions: A study review. *Estudos de Psicologia*, *18*, 125–130.

Amir, N., Beard, C., Taylor, C. T., Klumpp, H., Elias, J., Burns, M., et al. (2009). Attention training in individuals with generalized social phobia: A randomized controlled trial. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, *77*, 961–973.

Amir, N., Klumpp, H., Elias, J., Bedwell, J. S., Yanasak, N., & Miller, L. S. (2005). Increased activation of the anterior cingulate cortex during processing of disgust faces in individuals with social phobia. *Biological Psychiatry*, *57*, 975–981.

Amir, N., Weber, G., Beard, C., Bomyea, J., & Taylor, C. T. (2008). The effect of a single-session attention modification program on response to a public-speaking challenge in socially anxious individuals. *Journal of Abnormal Psychology*, *117*, 860–868.

Arsalidou, M., Morris, D., & Taylor, M. J. (2011). Converging evidence for the advantage of dynamic facial expressions. *Brain Topography*, *24*, 149–163.

Bantin, T., Stevens, S., Gerlach, A. L., & Hermann, C. (2016). What does the facial dot-probe task tell us about attentional processes in social anxiety? A systematic review. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, *50*, 40–51.

Bar-Haim, Y., Lamy, D., Pergamin, L., Bakermans-Kranenburg, M. J., & van Ijzendoorn, M. H. (2007). Threat related attentional bias in anxious and nonanxious individuals: A meta-analytic study. *Psychological Bulletin*, *133*, 1–24.

Beard, C., Sawyer, A. T., & Hofmann, S. G. (2012). Efficacy of attention bias modification using threat and appetitive stimuli: A meta-analytic review. *Behavior Therapy, 43*, 724–740.

Boettcher, J., & Renneberg, B. (2012). Internet-based attention training for social anxiety: A randomized controlled trial. *Cognitive Therapy & Research, 36*, 522–536.

Britton, J. C., Taylor, S. F., Sudheimer, K. D., & Liberzon, I. (2006). Facial expressions and complex IAPS pictures: Common and differential networks. *NeuroImage, 31*, 906–919.

De Voogd, E. L., Wiers, R. W., Prins, P. J. M., & Salemink, E. (2014). Visual search attentional bias modification reduced social phobia in adolescents. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 45*, 252–259.

Douglas-Cowie, E., Cowie, R., Sneddon, I., Cox, C., Lowry, O., McRorie, M., et al. (2007). The HUMAINE database: Addressing the collection and annotation of naturalistic and induced emotional data. In A. Paiva, R. Prada, and R.W. Picard (Eds.), *Lecture notes in computer science: vol. 4738: Proceedings of the 2nd International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction* (pp. 488-500). Berlin, Heidelberg: Springer.

Du Toit, S. A., Kade, S. A., Danielson, C. T., Schweizer, S., Han, J., Torok, M., et al. (2020). The effect of emotional working memory training on emotional and cognitive outcomes in individuals with elevated social anxiety. *Journal of Affective Disorders, 261*, 76–83.

Ekman, P., Friesen, W. V., & Ellsworth, P. (1972). *Emotion in the human face: Guidelines for research and an integration of findings*. New York: Pergamon Press.

Ekman, P., & Friesen, W. (1978). *Manual for the Facial Action Coding System. Consulting Psychology.* Palo Alto: Consulting Psychologist Press.

Eldar, S., Apter, A., Lotan, D., Edgar, K. P., Naim, R., Fox, N. A., et al. (2012). Attention bias modification treatment for pediatric anxiety disorders: A randomized controlled trial. *The American Journal of Psychiatry, 169*, 213–220.

Eysenck, M. W., & Derakshan, N. (2011). New perspectives in attentional control theory. *Personality and Individual Differences, 50*, 955–960.

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods, 39*, 175–191.

Freitas-Ferrari, M. C., Hallak, J. E. C., Trzesniak, C., Filho, A. S., Machado-de-Sousa, J. P., Chagas, M. H. N., et al. (2010). Neuroimaging in social anxiety disorder: A systematic review of the literature. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry, 34*, 565–580.

Forni-Santos, L., & Osório, F.L. (2015). Influence of gener in the recognition of basic facial expression: A critical literature review. *World Journal of Psychiatry, 5*, 342–351.

Gutiérrez-García, A., & Calvo, M. G. (2017). Social anxiety and threat-related interpretation of dynamic facial expressions: Sensitivity and response bias. *Personality & Individual Differences, 107*, 10–16.

Hayes, G. S., McLennan, S. N., Henry, J. D., Phillips, L. H., Terrett, G., Rendell, P. G., et al. (2020). Task characteristics influence facial emotion recognition age-effects: A meta-analytic review. *Psychology and Aging, 35*, 295–315.

Heeren, A., Mogoașe, C., Mcnally, R. J., Schmitz, A., & Philippot, P. (2015). Does attention bias modification improve attentional control? A double blind randomized experiment with individuals with social anxiety disorder. *Journal of Anxiety Disorders, 29*, 35–42.

Heeren, A., Reese, H. E., McNally, R. J., & Philippot, P. (2012). Attention training toward and away from threat in social phobia: Effects on subjective, behavioral, and physiological measures of anxiety. *Behavior Research and Therapy, 50*, 30–39.

Heuer, K., Lange, W. G., Isaac, L., Rinck, M., & Becker, E. S. (2010). Morphed emotional faces: Emotion detection and misinterpretation in social anxiety. *Journal of Behavior Therapy & Experimental Psychiatry, 41*, 418–425.

Iverach, L., & Rapee, R. M. (2014). Social anxiety disorder and stuttering: Current status and future directions. *Journal of Fluency Disorders, 40*, 69–82.

Jin, J., Sabharwal, A., Infantolino, Z., Jarcho, J., & Nelson, B. (2019). Time-frequency delta activity to social feedback demonstrates differential associations with depression and social anxiety symptoms. *Frontiers in Behavioral Neuroence, 13*, 189.

Joormann, J., & Gotlib, I. H. (2006). Is this happiness I see? Biases in the identification of emotional facial expressions in depression and social phobia. *Journal of Abnormal Psychology, 115*, 705–714.

Kanade, T., Cohn, J., & Tian, Y. (2000). Comprehensive database for facial expression analysis. *Proceedings of the 4th IEEE International Conference of Automatic Face and Gesture Recognition* (pp. 46–53). Washington, DC: IEEE.

Kirsch, P. (2015). Oxytocin in the socioemotional brain: Implications for psychiatric disorders. *Dialogues in Clinical Neuroscience, 17*, 463–467.

Kreifelts, B., Brück, C., Ethofer, T., Ritter, J., Weigel, L., Erb, M., et al. (2017). Prefrontal mediation of emotion regulation in social anxiety disorder during laughter perception. *Neuropsychologia, 96*, 175–183.

Kruijt, A., Putman, P., & van der Does, W. (2013). The effects of a visual search attentional bias modification paradigm on attentional bias in dysphoric individuals. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 44*, 248–254.

Lee, H. J., & Telch, M. J. (2008). Attentional biases in social anxiety: An investigation using the inattentional blindness paradigm. *Behaviour Research and Therapy, 46*, 819–835

Lin, H., Xiang, J., Li, S., Liang, J., Zhao, D., Yin, D., et al. (2017). Cued uncertainty modulates later recognition of emotional pictures: An ERP study. *International Journal of Psychophysiology, 116*, 68–76.

Malpass, R. S., & Kravitz, J. (1969). Recognition for faces of own and other race. *Journal of Personality and Social Psychology, 13*, 330–334.

Mathew, A. R., Pettit, J. W., Lewinsohn, P. M., Seeley, J. R., & Roberts, R. E. (2011). Co-morbidity between major depressive disorder and anxiety disorders: Shared etiology or direct causation? *Psychological Medicine, 41*, 2023–2034.

Mühlberger, A., Wieser, M. J., Herrmann, M. J., Weyers, P., Tröger, C., & Pauli, P. (2009). Early cortical processing of natural and artificial emotional faces differs between lower and higher socially anxious persons. *Journal of Neural Transmission, 116*, 735–746.

Pelphrey, K. A., Morris, J. P., McCarthy, G., & Labar, A. K.S. (2007). Perception of dynamic changes in facial affect and identity in autism. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 2*, 140–149.

Peschard, V., Philippot, P., Joassin, F., & Rossignol, M. (2013). The impact of the stimulus features and task instructions on facial processing in social anxiety: An ERP investigation. *Biological Psychology, 93*, 88–96.

Pierce, T. (2009). Social anxiety and technology: Face-to-face communication versus technological communication among teens. *Computers in Human Behavior, 25*, 1367–1372.

Pujol, J., Harrison, B. J., Ortiz, H., Deus, J., Soriano-Mas, C., López-Solà, M., et al. (2009). Influence of the fusiform gyrus on amygdala response to emotional faces in the non-clinical range of social anxiety. *Psychological Medicine, 39*, 1177–1187.

Ran, G., & Chen, X. (2017). The impact of top-down prediction on emotional face processing in social anxiety. *Frontiers in Psychology, 8*, 1269.

Ran, G., Chen, X., & Pan, Y. (2014). Human sex differences in emotional processing of own-race and other-race faces. *Neuroreport, 25*, 683–687

Ran, G. M., Chen, X., Pan, Y. G., Hu, T. Q., & Ma, J. (2014). Effects of anticipation on perception of facial expressions. *Perceptual and Motor Skills, 118*, 195–209.

Ran, G., Zhang, Q., & Huang, H. (2018). Behavioral inhibition system and self-esteem as mediators between shyness and social anxiety. *Psychiatry Research, 270*, 568–573.

Rossignol, M., Philippot, P., Bissot, C., Rigoulot, S., & Campanella, S. (2012). Electrophysiological correlates of enhanced perceptual processes and attentional capture by emotional faces in social anxiety. *Brain Research, 1460*, 50–62.

Ruffman, T., Henry, J. D., Livingstone, V., & Phillips, L. H. (2008). A meta-analytic review of emotion recognition and aging: Implications for neuropsychological models of aging. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 32*, 863–881.

Sari, B. A., Koster, E. H. W., Pourtois, G., & Derakshan, N. (2016). Training working memory to improve attentional control in anxiety: A proof-of-principle study using behavioral and electrophysiological measures. *Biological Psychology, 121*, 203–212.

Xing, M., Tadayonnejad, R., MacNamara, A., Ajilore, O., DiGangi, J., Phan, K. L., et al. (2017) Resting-state theta band connectivity and graph analysis in generalized social anxiety disorder. *NeuroImage: Clinical, 13*, 24–32.

Taylor, M., & Khan, S. (2000). Top-down modulation of early selective attention processes in children. *International Journal of Psychophysiology, 37*, 135–147.

Trautmann, S. A., Fehr, T., & Herrmann, M. (2009). Emotions in motion: Dynamic compared to static facial expressions of disgust and happiness reveal more widespread emotion-specific activations. *Brain Research, 1284*, 100–115.

Van der Schalk, J., Hawk, S. T., Fischer, A. H., & Doosje, B. (2011). Moving faces, looking places: Validation of the Amsterdam Dynamic Facia Expression Set (ADFES). *Emotion, 11*, 907–920.

Wieser, M. J., Pauli, P., Reicherts, P., & Mühlberger, A. (2010). Don't look at me in anger! Enhanced processing of angry faces in anticipation of public speaking. *Psychophysiology, 47*, 271–280.

Wieser, M. J., & Moscovitch, D. A. (2015). The effect of affective context on visuocortical processing of neutral faces in social anxiety. *Frontiers in Psychology, 6*, 1824.

Ye, J., Li, Y., Wei, L., Tang, Y., & Wang, J. (2009). The race effect on the emotion-induced gamma oscillation in the EEG. *Proceedings of the 2nd IEEE International Conference of Biomedical Engineering and Informatics* (pp. 1-4). Washington, DC: IEEE.

Yin, L., Chen, X., Sun, Y., Worm, T., & Reale, M. (2008). A high-resolution 3D dynamic facial expression database. *Proceedings of the 8th IEEE International Conference of Automatic Face & Gesture Recognition* (pp. 1-6). Washington, DC: IEEE.

Zhao, X., Dang, C., & Maes, J. H. R. (2020). Effects of working memory training on EEG, cognitive performance, and self-report indices potentially relevant for social anxiety. *Biological Psychology, 150*, 107840.

Zhang, Q., Ran, G., & Li, X. (2018). The perception of facial emotional change in social anxiety: An ERP study. *Frontiers in Psychology, 9*, 1737.

Zhang, Y., Wei, B., Zhao, P., Zheng, M., & Zhang, L. (2016). Gender differences in memory processing of female facial attractiveness: Evidence from event-related potentials. *Neurocase*, 317–323.

Neural mechanism underlying recognition of dynamic emotional faces in social anxiety

RAN Guangming[1]; LI Rui[1]; ZHANG Qi[2]

(1. *Department of Psychology, School of Education, China West Normal University, Nanchong* 637002; 2.*College of Preschool and Primary Education, China West Normal University, Nanchong* 637002)

Abstract: Abundant studies have explored the processing of emotional faces for high social anxiety participants and intervention work of social anxiety in recent years. Although there are rich findings, some limitations need to be considered. There are fewer types of emotion, dimensions of videos, and durations of videos in the previous dynamic emotional faces in Chinese. Furthermore, recognition of dynamic emotional faces for neural mechanisms in high social anxiety participants has not been examined systematically. The final limitation is that there are controversies on attentional bias training. More specifically, some researchers reported the effects of attentional bias training on participants' social anxiety while others did not detect such effects. To address these limitations, our dynamic emotional faces in Chinese will enrich types of emotion, dimensions of videos, and durations of videos. Then recognition of dynamic emotional faces for neural mechanisms in high social anxiety participants should be investigated systematically by techniques of neuroscience. Finally, we will employ a working memory training to improve attentional biases of the recognition of dynamic angry faces in high social anxiety participants. We propose a model of the neural mechanism for the recognition of dynamic emotional faces in participants with high social anxiety, which consists of a mechanism and intervention sub-model. Our studies provide a new perspective for the research of processing of dynamic emotional faces and social anxiety. In addition, these studies included three research method (behavioral, electrophysiological and brain imaging method). In sum, our findings contribute to the intervention work of social anxiety, decrease psychological health problems in high social anxiety participants, and ultimately decrease their happiness and quality of life.

Key words: social anxiety; dynamic faces; emotion; attentional bias; working memory training; ERP and fMRI